

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
10. Mai 2002 (10.05.2002)

PCT

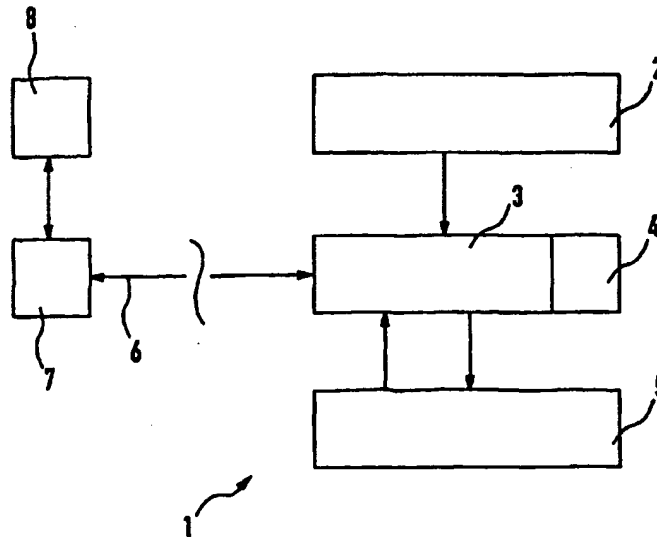
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/37061 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01D 9/00, (72) Erfinder; und  
G01F 23/18 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOLDT, Matthias  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/12152 [DE/DE]; Zeisigweg 2, 79540 Lörrach (DE). ERDMANN,  
Frank [DE/DE]; Schwarzwaldstrasse 456, 79183 Wald-  
(22) Internationales Anmeldedatum: 20. Oktober 2001 (20.10.2001) kirch (DE). PANKRATZ, Klaus [DE/DE]; Wässerleweg  
6, 79400 Kandern (DE). VON STEIN, Bert [DE/DE];  
Allmendweg 8, 79183 Waldkirch (DE). SPANKE, Diet-  
mar [DE/DE]; Kandener Strasse 61, 79585 Steinen (DE).  
(25) Einreichungssprache: Deutsch  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch  
(30) Angaben zur Priorität: 100 52 836.8 24. Oktober 2000 (24.10.2000) DE (74) Anwalt: ANDRES, Angelika; Endress + Hauser Deutsch-  
land Holding GmbH, PatServe, Colmarer Strasse 6, 79576  
Weil am Rhein (DE).  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ENDRESS + HAUSER GMBH + CO. KG. [DE/DE]; Hauptstrasse 1, 79689 Maulburg (DE). (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,  
CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR DETERMINING AND/OR MONITORING A PROCESS VARIABLE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG UND/ODER ÜBERWACHUNG EINER PROZESSVARIABLEN



(57) Abstract: The invention relates to a device for determining and/or monitoring a process variable. The aim of the invention is to provide a cost-effective, user-friendly device for determining and/or monitoring a process variable. The inventive device comprises the following elements: a sensor, a measuring/regulating/control unit (3) which pre-defines at least one event to be determined or monitored, and at least one memory unit (4; 5) which stores data according to the at least one pre-defined event. The sensor, the measuring/regulating/control unit (3) and the memory unit (4; 5) form a compact unit or an independent field appliance.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/37061 A1



MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung einer Prozeßvariablen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine kostengünstige, bedienerfreundliche Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung einer Prozeßvariablen vorzuschlagen. Die Vorrichtung weist folgende Elemente auf: einen Sensor, eine Meß-/Regel-/Steuereinheit (3), die zumindest ein zu bestimmendes oder zu überwachendes Ereignis vorgibt, und zumindest eine Speichereinheit (4; 5), die eine Speicherung von Daten in Abhängigkeit von dem zumindest einen vorgegebenen Ereignis vornimmt, wobei Sensor, Meß-/Regel-/Steuereinheit (3) und Speichereinheit (4; 5) eine kompakte Einheit bzw. ein eigenständiges Feldgerät bilden.

## **Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung einer Prozeßvariablen**

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung einer Prozeßvariablen.

Bekannte Meßgeräte zur Bestimmung und/oder Überwachung einer beliebigen Prozeßvariablen (z. B. Füllstand, Druck, Temperatur, Durchfluß) in der industriellen Meßtechnik sind so ausgestaltet, daß jeweils nur der aktuelle Meßwert gespeichert und zur Verfügung gestellt wird. Allerdings ist die Bereitstellung des aktuellen Meßwertes zur Diagnose, zur Fehlererkennung und zu Zwecken des Predictive Maintenance in den seltensten Fällen ausreichend. Für die Diagnose und Fehlerfrüherkennung ist es vielmehr notwendig, daß Meßwert- und/oder Systeminformation über einen längeren Zeitraum aufgezeichnet wird, so daß sie bei Bedarf abgerufen und ausgewertet werden kann.

Bislang ist es lediglich bekannt geworden, einen sog. Datenlogger im Bedarfsfall an das eigentliche Meßgerät anzuschließen. Der Datenlogger ist in der Lage, die Meßdaten über einen gewünschten Zeitraum aufzuzeichnen und bereitzustellen. Gebräuchliche Datenlogger werden u.a. von der Firma Endress+Hauser Wetzler GmbH + Co. KG angeboten und vertrieben. Diese Datenlogger werden beispielsweise dann eingesetzt, wenn eine Fehlfunktion des Gerätes vermutet wird. Anhand der von dem Datenlogger über die Zeit aufgezeichneten Meß- bzw. Systemdaten kann eine Fehlerdiagnose durchgeführt werden. Bis zur tatsächlichen Lokalisierung der an dem Meßgerät auftretenden Fehlfunktion kann jedoch mitunter viel Zeit vergehen.

Die Fehlererkennung ist besonders schwierig, wenn eine Fehlfunktion nur zeitweise, beispielsweise in unregelmäßigen Intervallen, auftritt. Hier kann der unerwünschte Fall auftreten, daß die Fehlfunktion in dem aktuellen Meßzeitraum, in dem der Datenlogger Meß- und/oder Systemdaten aufzeichnet, nicht erkennbar wird. Die Meßvorrichtung arbeitet dann während der Aufzeichnung der Meßdaten fehlerfrei; es kann jedoch vorkommen, daß die Fehlfunktion in der nahen Zukunft wiederholt auftritt und dann im Extremfall durch einen abermaligen Check über den Datenlogger wiederum nicht lokalisierbar ist.

## 2

Bei der bekannten Analyse unter Zuhilfenahme eines Datenloggers, der nur zeitweise an das Meßsystem angeschlossen ist, besteht also die Gefahr, daß trotz einer Vielzahl von Überprüfungen eine zeitweise auftretende Fehlfunktion des Meßgerätes nicht erkannt und folglich nicht behoben werden kann. Die im Stand der Technik praktizierte Methode ist daher unwirtschaftlich und kann in kritischen Anwendungsfällen sogar gefährlich sein. Als Beispiel für einen kritischen Anwendungsfall sei ein zeitweise auftretender Defekt an einer Überfüllsicherung genannt, die in einem Tank montiert ist, in dem gesundheitsschädliche Chemikalien gelagert sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine kostengünstige, bedienerfreundliche und zuverlässige Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung einer Prozeßvariablen vorzuschlagen.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Vorrichtung einen Sensor, eine Meß-/Regel-/Steuereinheit, die zumindest ein zu bestimmendes oder zu überwachendes Ereignis vorgibt, und zumindest eine Speichereinheit, die eine Speicherung von Daten in Abhängigkeit von dem zumindest einen vorgegebenen Ereignis vornimmt, aufweist. Insbesondere bilden Sensor, Meß-/Regel-/Steuereinheit und Speichereinheit eine kompakte Einheit bzw. ein eigenständiges Feldgerät. Da die erfindungsgemäße Vorrichtung Meß- und Systemdaten kontinuierlich aufzeichnet, lassen sich beliebige Ereignisse diagnostizieren. Bei einem solchen Ereignis handelt es sich beispielsweise um eine temporär oder schleichend auftretende Fehlfunktion des Meßgeräts. Sobald z. B. eine zeitweise Fehlfunktion auftritt, so kann diese nachfolgend mit hoher Zuverlässigkeit anhand der aufgezeichneten Daten erkannt und entsprechend behoben werden. Es kann sich jedoch auch – wie später noch ausgeführt wird – bei dem Ereignis um die aktuelle oder zeitlich variiierende Darstellung eines Meßwertes handeln.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung handelt es sich bei der Prozeßvariablen um den Füllstand, den Druck, den Durchfluß, die Temperatur, die Dichte, die Leitfähigkeit oder eine sonstige physikalische oder chemische Meßgröße. Bei dem zu bestimmenden oder zu überwachenden Ereignis handelt es sich ganz allgemein gesprochen um den Ablauf eines vorgegebenen Zeitintervalls bzw. eines vorgegebenen Zeit-schemas. Weiterhin kommt – wiederum allgemein gesprochen – als zu bestimmendes oder

## 3

zu überwachendes Ereignis das Erreichen eines definierten Meßwertzustandes oder das Erreichen eines definierten System- oder Fehlerzustandes in Frage.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß in der Speichereinheit sowohl die aktuellen Meßwert- und/oder Systeminformationen abgespeichert werden als auch die entsprechenden Meßwert- und/oder Systeminformationen, die innerhalb eines definierten zurückliegenden Zeitbereichs aufgetreten sind. Die zuletzt genannten Meßwert- und Systeminformationen werden nachfolgend als Historiendaten bezeichnet.

Damit die Meß-/Regel-/Steuereinheit Daten mit einer entfernten Kontrollstelle austauschen bzw. mit ihr kommunizieren kann, ist gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Bussystem vorgesehen. Für den Datenaustausch kommen alle bekannten Kommunikationsstandards in Frage. Beispielhaft seien der Profibus PA – Standard oder der Fieldbus Foundation – Standard genannt. Insbesondere ist vorgesehen, daß sowohl die aktuellen Daten als auch die Historiendaten über das Bussystem an die entfernte Kontrollstelle übertragen werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Speichereinheit für die Historiendaten als entnehmbare Kompakteinheit ausgestaltet. Diese Ausgestaltung ermöglicht es, ein und dieselbe Speichereinheit für eine Vielzahl von Meßgeräten zu verwenden. Hierdurch lassen sich die Kosten für die erfindungsgemäße Vorrichtung senken. In der Kompakteinheit kann als Speichereinheit beispielsweise ein EE-Prom, eine Festplatte oder ein flüchtiges Speicherbauteil eingesetzt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist an der Meß-/Regel-/Steuereinheit eine Schnittstelle vorgesehen, über die wahlweise eine Ein-/Ausgabeeinheit oder die Speichereinheit für die Historiendaten mit der Meß-/Regel-/Steuereinheit verbindbar ist. Diese Ausgestaltung der Erfindung ist insofern besonders günstig, da eine Speichereinheit in Verbindung mit einer Vielzahl von Vorrichtungen zur Bestimmung und/oder Überwachung einer Prozeßvariablen genutzt werden kann. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform sieht vor, daß die Meß-/Regel-/Steuereinheit anhand der Historiendaten, die die Speichereinheit bereitstellt, eine Fehleranalyse und/oder Ursachenanalyse und/oder eine Vorsorgeanalyse

durchführt und das Ergebnis der Analysen dem Bedienpersonal zur Verfügung stellt. Die Analysedaten werden dem Bedienpersonal beispielsweise an einem Vorort-Bildschirm angezeigt.

Bevorzugt ist die Ausgabeeinheit so ausgestaltet, daß sie eine pixel-orientierte Darstellung von aktuellen Meßdaten, von Zwischenergebnissen, von Historiendaten und/oder Analysedaten bereitstellt. Dem Bedienpersonal werden z. B. bei Füllstandsmessungen über ein Laufzeitverfahren die aktuellen Meßdaten in Form der sog. Echokurve übermittelt. Die Echokurve verkörpert die Amplituden der Echosignale in Abhängigkeit von der Laufzeit bzw. dem Laufweg. Selbstverständlich kann es sich bei der Darstellung der aktuellen Meßdaten, die anhand eines Laufzeitverfahrens gewonnen werden, auch um die Darstellung einer Größe handeln, die aus der Echokurve abgeleitet ist. Als Beispiel sei die digitale Hüllkurve genannt. Typische Verläufe von Echokurven sind in den Figuren Fig. 6 und Fig. 7 gezeigt.

Als interessanter Anwendungsfall bei der Darstellung von Historiendaten sei weiterhin die zeitliche Änderung des Füllstandes eines Mediums in einem Behälter genannt. Selbstverständlich lassen sich anhand der Historiendaten u.a. auch Meßstörungen erkennen und verfolgen.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Füllstands-messung, die nach dem Laufzeitverfahren arbeitet,

Fig. 2: eine schematische Darstellung einer ersten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 3: eine schematische Darstellung einer zweiten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 4: eine schematische Darstellung einer dritten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

## 5

Fig. 5: eine schematische Darstellung einer vierten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 6: eine Darstellung einer typischen Echokurve, wie sie bei geführten Meßsignalen auftritt, und

Fig. 7: eine Darstellung einer typischen Echokurve im Falle von frei abgestrahlten Meßsignalen.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Füllstandsmeßvorrichtung 16. Die Füllstandsmeßvorrichtung 16 ist in einer Öffnung 14 im Deckel 15 des Behälters 12 montiert. Zwecks Bestimmung des Füllstands des Mediums 11 in dem Behälter 12 werden hochfrequente Meßsignale an dem Oberflächenwellenleiter 17 in das Mediums 11 hineingeführt. Ein Meßsignal ist übrigens in der Fig. 1 als Hochfrequenzpuls stilisiert dargestellt. Die Meßsignale werden in der Signalerzeugungseinheit 18 erzeugt und über die Einkoppeleinheit 19 auf den Oberflächenwellenleiter 17 eingekoppelt. Die an der Oberfläche 13 des Mediums 11 reflektierten Echosignale werden über die Einkoppeleinheit 19 der Meß-/Regel-/Steuereinheit 3 zugeführt. Anhand der Laufzeit und in Kenntnis der Höhe des Behälters 12 errechnet die Meß-/Regel-/Steuereinheit 3 u.a. den Füllstand des Mediums 11 in dem Behälter 12.

In Fig. 2 ist schematisch eine erste Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Anhand der Meßdaten, die von dem Sensor 2, beispielsweise dem in Fig. 1 dargestellten Füllstandssensor 16, zur Verfügung gestellt werden, bestimmt die Meß-/Regel-/Steuereinheit 3 die entsprechenden aktuellen Meßwerte, beispielsweise also den aktuellen Füllstand des Mediums 11 in dem Behälter 12. Die jeweils aktuellen Meßdaten werden in der Speichereinheit 4 gespeichert. Über einen definierten Zeitraum werden die jeweils aktuellen Meßdaten in eine Speichereinheit für Historiendaten 5, in den sog. Historienspeicher, geschrieben. Anhand der Historiendaten ist es z. B. möglich, eine Fehlerdiagnose oder eine Ursachenanalyse für kurz- oder langfristig auftretende Fehlfunktionen des Füllstandsmeßgeräts durchzuführen. Weiterhin können die Historiendaten zu Predictiv-Maintenance-Zwecken herangezogen werden.

## 6

Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Meß-/Regel-/Steuereinheit 3 über ein Bussystem 6 mit einer entfernten Kontrollstelle 7 verbunden. Über das Bussystem 6 kommunizieren der Sensor 2 bzw. die Meß-/Regel-/Steuereinheit 3 und die Kontrollstelle 7 miteinander. Die Eingabe-/Ausgabeeinheit 8 fungiert als Schnittstelle zum Bedienpersonal: Hier können Daten abgefragt werden, es können neue Parameter eingegeben werden, usw.

Die Historiendaten werden über die Meß-/Regel-/Steuereinheit 3 aus dem Historienspeicher 5 abgerufen. Daher sind bei der in Fig. 2 gezeigten Ausgestaltung an dem Historienspeicher 5 keine zusätzlichen Anschlüsse vorzusehen. Der Anschluß kann sich vielmehr an einer beliebigen Stelle am Bussystem 6 befinden. Die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform ist übrigens ex-fähig, da die Kommunikation als solche ex-fähig ausgestaltet ist. Allerdings entstehen gewisse Nachteile dadurch, daß bei diesem Ausführungsbeispiel das Bussystem 6 durch die Kommunikation mit dem Historienspeicher 5 zusätzlich belastet wird.

Möchte man die Kommunikation beschleunigen, also mehr Daten pro Zeiteinheit über das Bussystem 6 übertragen, so bietet sich die in Fig. 3 dargestellte zweite Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 an. Bei dieser Ausgestaltung kommuniziert der Historienspeicher 5 über ein separates Bussystem 6 mit der Kontrollstelle 7. Das in der Fig. 3 nicht gesondert dargestellte Bussystem zwischen der Meß-/Regel-/Steuereinheit 3 und der Kontrollstelle wird also nicht durch eine überlagerte Kommunikation mit dem Historienspeicher 5 belastet. Ein Nachteil dieser Ausgestaltung ist allerdings daß ein zusätzlicher Stecker vorgesehen sein muß; weiterhin ist ein zusätzlicher Zugang zum Sensor 2 notwendig. Darüber hinaus kann die Vorrichtung nur dann im Ex-Bereich eingesetzt werden, wenn auch das zweite Bussystem 6 entsprechend ex-fähig ausgestaltet wird. Die schnellere Kommunikation wird also mit einem erhöhten Aufwand erkaufte.

In Fig. 4 ist eine schematische Darstellung einer dritten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung gezeigt, die dann eingesetzt werden kann, wenn eine online-Auswertung der Daten nicht erforderlich ist. Bei dieser Ausgestaltung ist die Speichereinheit 5 für Historiendaten als entnehmbare Kompakteinheit 9 ausgebildet. Hierdurch ist es möglich, die aufgezeichneten Daten zwecks Auswertung und/oder nachträglicher Analyse an einen beliebigen Ort zu



verschicken. Ein weiterer Vorteil dieser Ausführungsform ist darin zu sehen, daß die Kommunikation über das Bussystem 6 mit der Übermittlung der Historiendaten nicht belastet wird. Es versteht sich von selbst, daß die Ausgestaltung des Historienspeichers 5 als entnehmbare Kompakteinheit 9 auch in Verbindung mit den übrigen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung verwendet werden kann.

Eine vierte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in Fig. 5 dargestellt. Über die Schnittstelle 10 kann hier wahlweise die Speichereinheit 5 für Historiendaten oder eine Eingabe-/Ausgabeeinheit 8, z.B. ein Vorort-display, an die Meß-/Regel-/Steuereinheit 3 angeschlossen werden. Vorteil dieser Ausgestaltung ist, daß kein zusätzlicher Stecker für den Historien-speicher 5 vorzusehen ist. Ein kleiner Nachteil dieser Ausgestaltung ist allerdings darin zu sehen, daß ein gleichzeitiger Betrieb von Eingabe-/Ausgabeeinheit 8 und Historienspeicher 5 nicht möglich ist.

Wie bereits zuvor dargelegt, bringt die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Vielzahl von Vorteilen insbesondere im Hinblick auf Fehlererkennung, auf die Fehlerfrüherkennung (Predictive Maintenance), usw. Erstmals wird es jedoch auch möglich, Meßdaten graphisch darzustellen. Insbesondere ist hier die Darstellung der Echokurve zu erwähnen, die bei Laufzeitverfahren zur Bestimmung und/oder Überwachung des Füllstandes ausgewertet wird. Auf einem Vorort-Display 8 oder an einer entfernten Kontrollstelle 7 kann der Betreiber visuell die Füllstandsänderung in einem Behälter 12 anhand der Verschiebung des Nutzechosignals entlang der x-Achse verfolgen. Diese Möglichkeit der Visualisierung erhöht das Vertrauen des Betreibers in eine Technologie, bei der der Füllstand über die Laufzeit von hochfrequenten Meßsignalen oder von Ultraschall-Signalen detektiert wird.

Selbstverständlich wird die Erfindung auch darin gesehen, daß die aktuellen Meßdaten an der Eingabe-/Ausgabeeinheit 8 angezeigt bzw. bereitgestellt werden. Bei den aktuellen Meßdaten handelt es sich bevorzugt um die Echokurve.

In Fig. 6 ist die typische Echokurve eines TDR-Sensors dargestellt. Die Echokurve repräsentiert – wie bereits an vorhergehender Stelle erläutert – die Echo-Amplituden eines Meßsignals in Abhängigkeit von dem Weg, den das Meßsignal

an dem Oberflächenwellenleiter 17 entlang zurücklegt, bzw. in Abhängigkeit von der entsprechenden Laufzeit.

Der erste Peak in unmittelbarer Nähe zum Koordinatenursprung repräsentiert den sog. Fiducial Launcher. Dieser Peak wird durch einen Impedanzsprung und eine hierdurch verursachte teilweise Reflexion des Meßsignals beim Übergang von der Einkoppeleinheit 19 auf den Oberflächenwellenleiter 17 verursacht.

Der Peak, der am weitesten von dem Koordinatenursprung entfernt ist, repräsentiert den End-of-Line Peak, also den Peak, der den Teil des Meßsignals wiedergibt, der am freien Ende des Oberflächenwellenleiters 17 reflektiert wird. Der deutliche Peak zwischen Fiducial Launcher und End-of-Line Peak stellt das Nutzechosignal dar. Das Nutzechosignal ist ein Maß für den Füllstand des Mediums 11 in dem Behälter 12. Infolge des Impedanzsprungs zwischen zwei Medien – im Normalfall handelt es sich um Luft und ein festes oder flüssiges in dem Behälter 12 gelagertes Füllgut – wird ein Teil des Meßsignals reflektiert. Aufgrund der Laufzeit bzw. der Entfernung, die aus dem Abstand zwischen einem definierten Startpunkt und dem Peak des Nutzechosignals ermittelt wird, läßt sich der Füllstand bestimmen.

Während der Fiducial Launcher und der End-of-Line Peak systemabhängige Echosignale darstellen, die keine Abhängigkeit von dem jeweiligen Füllstand aufweisen, ändert sich die Lage des Nutzechosignals in Abhängigkeit von dem jeweiligen Füllstand: Bei geringem Füllstand bewegt sich das Nutzechosignal in Richtung des End-of-Line Peaks; bei steigendem Füllstand bewegt sich das Nutzechosignal in Richtung des Fiducial Launchers.

Es versteht sich von selbst, daß im Falle von frei abgestrahlten Meßsignalen der End-of-Line Peak in der Echokurve nicht auftritt. Allerdings kann hier ein Peak, der durch die Reflexion des Meßsignals am Behälterboden verursacht wird auftreten. Auch hier ändert sich die Lage des Nutzechosignals natürlich in Abhängigkeit von dem Füllstand des Mediums 11 in dem Behälter 12. Der Peak des Nutzechosignals verschiebt sich daher entlang der x-Achse, auf der entweder die Zeit oder der zurückgelegte Weg aufgetragen ist. Bei den über eine Antenne frei abgestrahlten Meßsignalen kann es sich um Ultraschall- oder Mikrowellensignale handeln. Selbstverständlich können Füllstandsmeßgeräte 16 eingesetzt werden,

die auf der Basis des Puls-Laufzeitverfahren oder des FMCW-Verfahrens arbeiten.

Wird nun auf einer pixelorientierten Ausgabeeinheit 8 jeweils die aktuelle Echokurve angezeigt, so wird dem Bedienpersonal optisch eine Änderung des Füllstands angezeigt. In vielen Fällen wächst hierdurch das Vertrauen des Bedienpersonals in das Meßgerät, da eine Änderung des Füllstands nicht einfach in Form einer Änderung eines Ziffernwertes angezeigt wird, sondern anhand eines Signals, das sich räumlich in Abhängigkeit von einem sich ändernden Füllstand verschiebt.

**Bezugszeichenliste**

- |    |                                     |
|----|-------------------------------------|
| 1  | erfindungsgemäße Vorrichtung        |
| 2  | Sensor                              |
| 3  | Meß-/Regel-/Steuereinheit           |
| 4  | Speichereinheit für aktuelle Daten  |
| 5  | Speichereinheit für Historien-Daten |
| 6  | Bussystem                           |
| 7  | Kontrollstelle                      |
| 8  | Eingabe-/Ausgabeeinheit             |
| 9  | Entnehmbare Kompakteinheit          |
| 10 | Schnittstelle                       |
| 11 | Medium                              |
| 12 | Behälter                            |
| 13 | Oberfläche                          |
| 14 | Öffnung                             |
| 15 | Deckel                              |
| 16 | Füllstandsmeßgerät                  |
| 17 | Oberflächenwellenleiter             |
| 18 | Signalerzeugungseinheit             |
| 19 | Einkoppeleinheit                    |

**Patentansprüche**

1. Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung einer Prozeßvariablen mit einem Sensor, einer Meß-/Regel-/Steuereinheit (3), die zumindest ein zu bestimmendes oder zu überwachendes Ereignis vorgibt, und zumindest einer Speichereinheit (4; 5), die eine Speicherung von Daten in Abhängigkeit von dem zumindest einen vorgegebenen Ereignis vornimmt, wobei Sensor, Meß-/Regel-/Steuereinheit (3) und Speichereinheit (4; 5) eine kompakte Einheit bzw. ein eigenständiges Feldgerät bilden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei es sich bei der Prozeßvariablen um den Füllstand, den Druck, den Durchfluß, die Temperatur, die Dichte, die Leitfähigkeit oder eine sonstige physikalische oder chemische Meßgröße handelt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei es sich bei dem zu bestimmenden oder zu überwachenden Ereignis um den Ablauf eines vorgegebenen Zeitintervalls bzw. eines vorgegebenen Zeitschemas handelt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei es sich bei dem zu bestimmenden oder zu überwachenden Ereignis um das Erreichen eines definierten Meßwertzustandes oder um das Erreichen eines definierten System- oder Fehlerzustandes handelt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, wobei in der Speichereinheit (4, 5) sowohl die aktuelle Meßwert- und/oder Systeminformationen abgespeichert sind als auch die entsprechenden Meßwert- und/oder Systeminformationen, die innerhalb eines definierten zurückliegenden Zeitbereichs aufgetreten sind (→ Historiendaten).
6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

## 12

wobei ein Bussystem (6) vorgesehen ist, über das die Meß-/Regel-/Steuereinheit (3) oder die Speichereinheit (4; 5) mit einer entfernten Kontrollstelle (7) kommuniziert.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,

wobei sowohl die aktuellen Daten als auch die Historiendaten über das Bussystem (6) an die entfernte Kontrollstelle (7) übertragen werden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 5,

wobei die Speichereinheit (5) für die Historiendaten als entnehmbare Kompakteinheit (9) ausgestaltet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 5,

wobei an der Meß-/Regel-/Steuereinheit (3) eine Schnittstelle (10) vorgesehen ist, über die wahlweise eine Ein-/Ausgabeeinheit (8) oder die Speichereinheit (5) für die Historiendaten mit der Meß-/Regel-/Steuereinheit (3) verbindbar ist.

10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Meß-/Regel-/Steuereinheit (3) anhand der Historiendaten, die die Speichereinheit (5) bereitstellt, eine Fehleranalyse und/oder Ursachenanalyse und/oder eine Vorsorgeanalyse durchführt und dem Bedienpersonal zur Verfügung stellt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1,

wobei die Ausgabeeinheit (8) so ausgestaltet ist, daß sie eine pixelorientierte Darstellung von aktuellen Meßdaten, von Zwischenergebnissen, von Historiendaten und/oder Analysedaten bereitstellt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,

wobei es sich bei der Darstellung der aktuellen Meßdaten um die Echokurve handelt, die von einem Meßgerät bereitgestellt wird, das den Füllstand eines Mediums in einem Behälter über ein Laufzeitverfahren ermittelt oder wobei es sich bei der Darstellung der aktuellen Meßdaten um eine aus der Echokurve abgeleitete Größe handelt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12,

wobei es sich bei der Darstellung von Historiendaten um die zeitliche Änderung des Füllstandes eines Mediums (11) in einem Behälter (12) handelt.

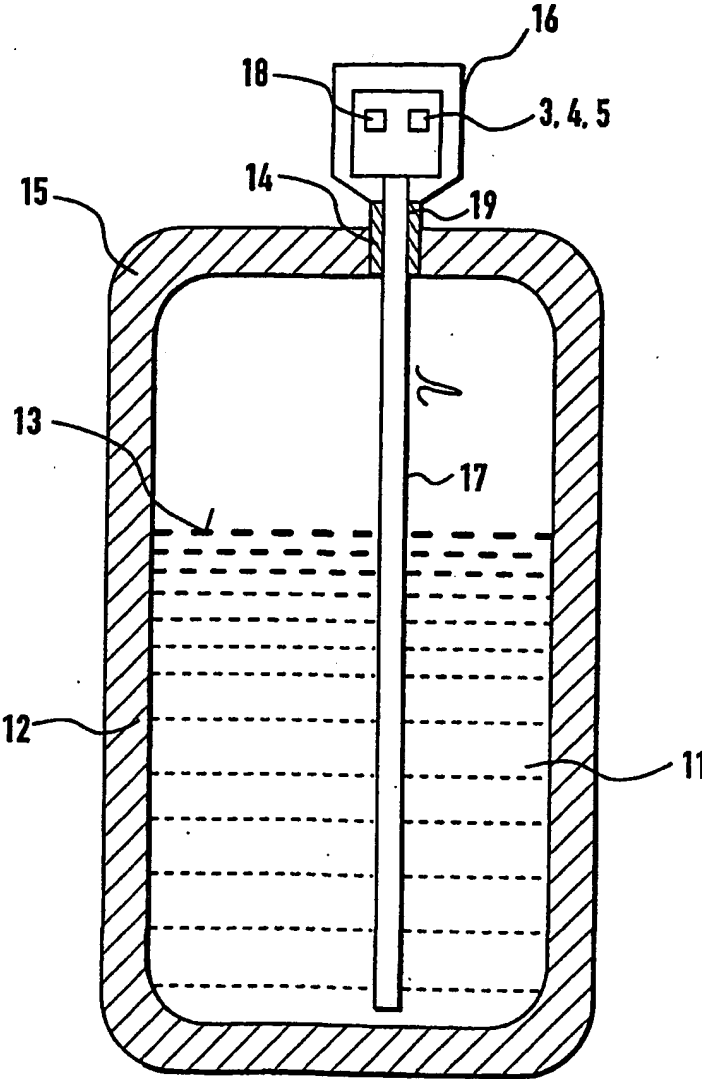


FIG. 1



2 / 4

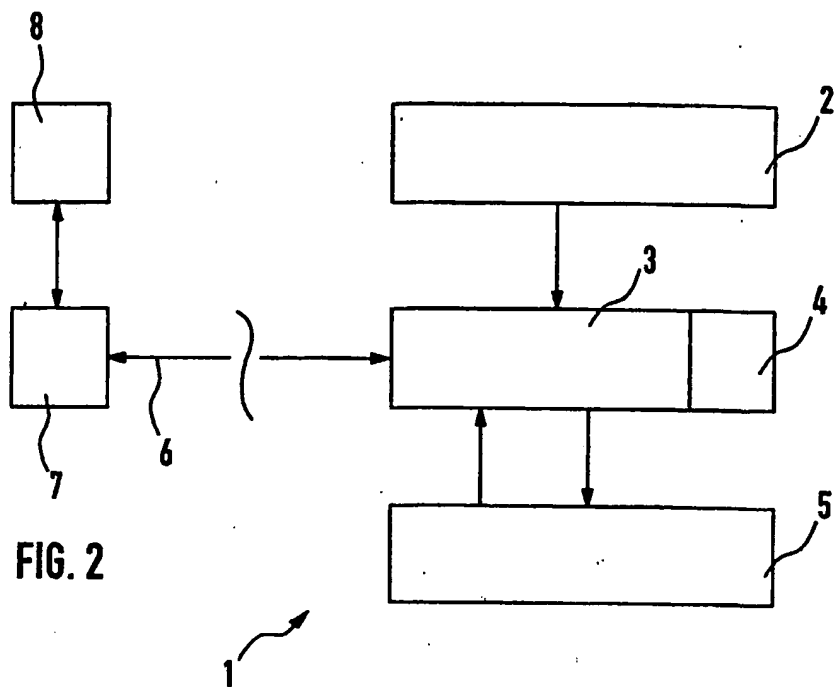


FIG. 2

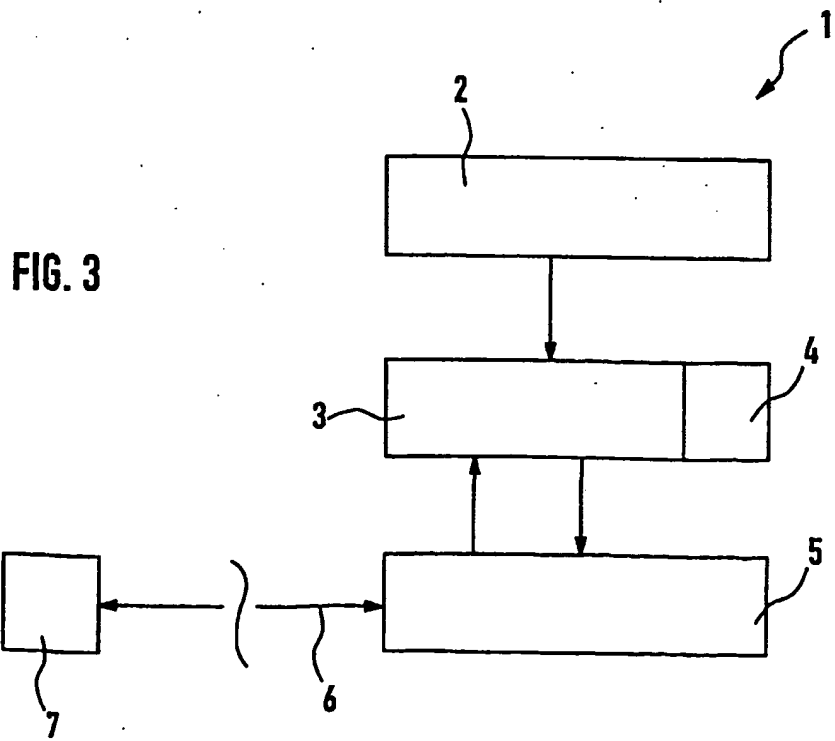


FIG. 3

3/4

FIG. 4

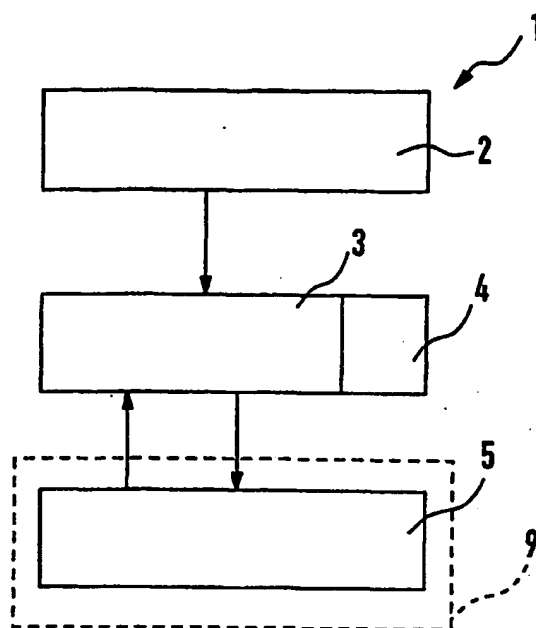
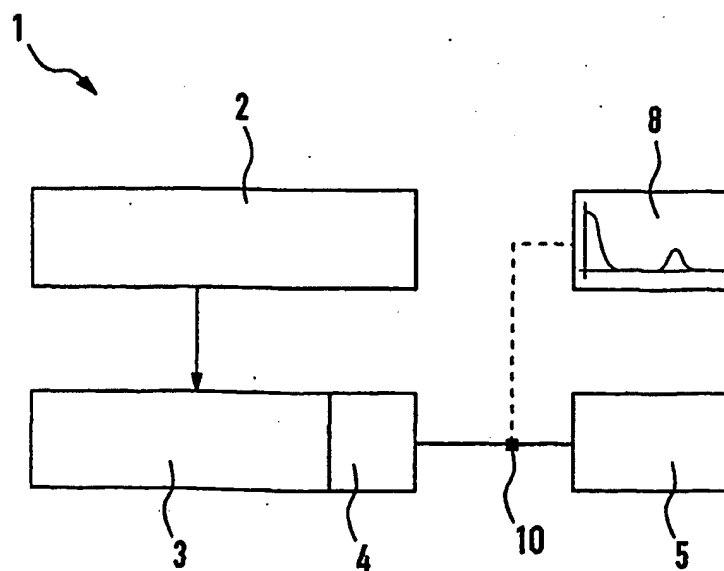
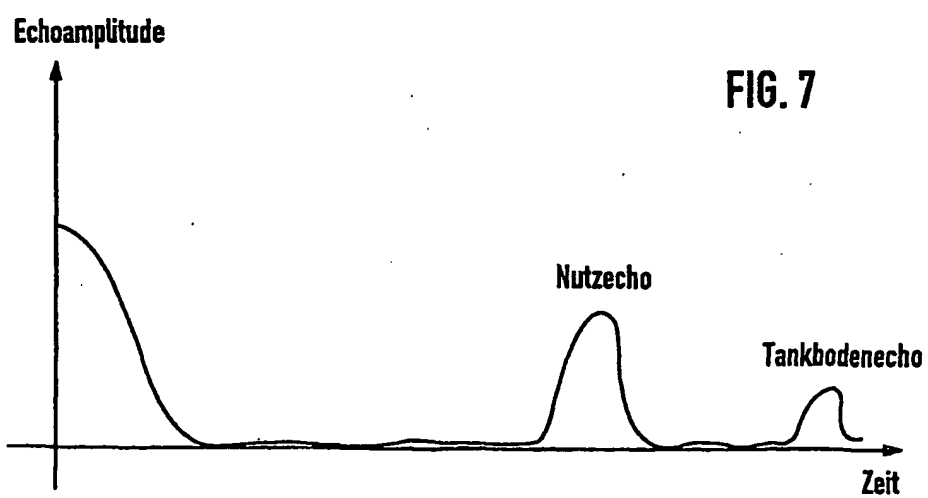
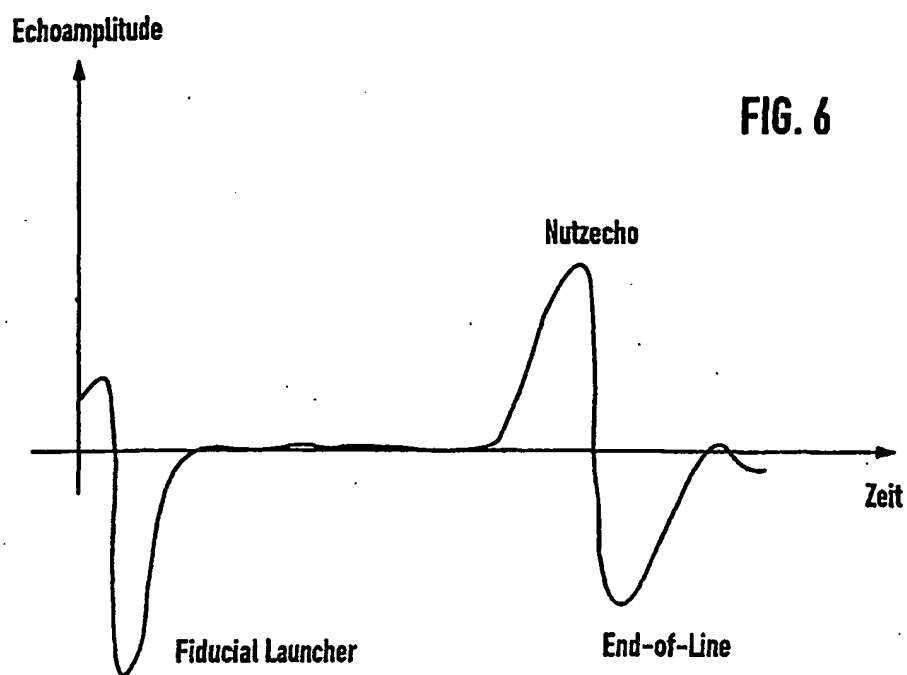


FIG. 5



4 / 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC 1, EP 01/12152

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 60109/00 601F23/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 601D 601F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 122 959 A (LASSINI STEFANO A M ET AL) 26 September 2000 (2000-09-26)	1-7, 9, 10
Y	column 3, line 2 - column 4, line 56; figures column 6, line 61 - line 65	12, 13
X	EP 0 346 685 A (SHARP KK) 20 December 1989 (1989-12-20)	1-3, 5, 8, 10, 11
Y	abstract; figures column 7, line 17 - line 25	12, 13
X	GB 2 296 971 A (ATOMIC ENERGY AUTHORITY UK) 17 July 1996 (1996-07-17)	1, 4
Y	abstract	12, 13
X	GB 2 342 453 A (ABB INSTRUMENTATION LTD) 12 April 2000 (2000-04-12)	1-3, 6, 7, 9
Y	abstract; figures	12, 13
-/-		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*A\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 February 2002

Date of mailing of the international search report

11/03/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Lloyd, P

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC1/EP 01/12152

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 198 60 901 A (BOSCH GMBH ROBERT) 6 July 2000 (2000-07-06) abstract -----	12, 13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/12152

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6122959	A	26-09-2000	NONE	
EP 0346685	A	20-12-1989	JP 1303127 A	07-12-1989
			JP 1303128 A	07-12-1989
			JP 1303129 A	07-12-1989
			DE 68914720 D1	26-05-1994
			DE 68914720 T2	03-11-1994
			EP 0346685 A1	20-12-1989
			US 5002062 A	26-03-1991
GB 2296971	A	17-07-1996	NONE	
GB 2342453	A	12-04-2000	AU 5355299 A	13-04-2000
DE 19860901	A	06-07-2000	DE 19860901 A1	06-07-2000

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PC1/EP 01/12152

<b>A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 G01D9/00 G01F23/18		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G01D G01F		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) WPI Data, PAJ, EPO-Internal		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	US 6 122 959 A (LASSINI STEFANO A M ET AL) 26. September 2000 (2000-09-26)	1-7, 9, 10
Y	Spalte 3, Zeile 2 - Spalte 4, Zeile 56; Abbildungen Spalte 6, Zeile 61 - Zeile 65	12, 13
X	EP 0 346 685 A (SHARP KK) 20. Dezember 1989 (1989-12-20)	1-3, 5, 8, 10, 11
Y	Zusammenfassung; Abbildungen Spalte 7, Zeile 17 - Zeile 25	12, 13
X	GB 2 296 971 A (ATOMIC ENERGY AUTHORITY UK) 17. Juli 1996 (1996-07-17)	1, 4
Y	Zusammenfassung	12, 13
X	GB 2 342 453 A (ABB INSTRUMENTATION LTD) 12. April 2000 (2000-04-12)	1-3, 6, 7, 9
Y	Zusammenfassung; Abbildungen	12, 13
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie	
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
27. Februar 2002	11/03/2002	
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Beauftragter  Lloyd, P	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCI/EP 01/12152

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 198 60 901 A (BOSCH GMBH ROBERT) 6. Juli 2000 (2000-07-06) Zusammenfassung	12, 13



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/12152

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6122959	A	26-09-2000	KEINE		
EP 0346685	A	20-12-1989	JP	1303127 A	07-12-1989
			JP	1303128 A	07-12-1989
			JP	1303129 A	07-12-1989
			DE	68914720 D1	26-05-1994
			DE	68914720 T2	03-11-1994
			EP	0346685 A1	20-12-1989
			US	5002062 A	26-03-1991
GB 2296971	A	17-07-1996	KEINE		
GB 2342453	A	12-04-2000	AU	5355299 A	13-04-2000
DE 19860901	A	06-07-2000	DE	19860901 A1	06-07-2000

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**